

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-188458

(43)Date of publication of application : 13.07.1999

---

(51)Int.Cl.

B22D 11/06

---

(21)Application number : 09-357920

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 25.12.1997

(72)Inventor : SATO YUICHI

OZAKI SHIGEKATSU

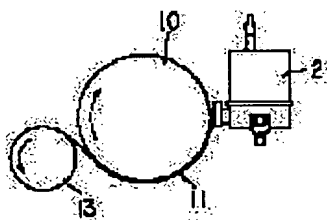
---

(54) TAKE UP METHOD FOR QUICKLY COAGULATED MAGNETIC THIN BAND

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a take up method having high percentage of success wherein a thin band is taken up by rotation of a take up roll having a magnetism on the face by resolving a trouble used to happen at the time to catch a tip end of the band.

SOLUTION: In a take up method wherein a quickly coagulated band 11 having a magnetism obtained by jetting a molten metal onto a moving cooled substrate is taken up in succession by rolling a take up roll bearing a magnetism on its surface, a difference ( $V1-V2$ ) between a moving speed ( $V1$ ) of the cooled substrate and a take up roll time surface speed ( $V2$ ) at a rolling start up time is set in a range of 0.01 m/s or



above, 2 m/s or less.

---

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-188458

(43)公開日 平成11年(1999) 7月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 2 2 D 11/06

識別記号

3 6 0

F I

B 2 2 D 11/06

3 6 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-357920

(22)出願日 平成9年(1997)12月25日

(71)出願人 000006855

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 佐藤 有一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(72)発明者 尾崎 茂克

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

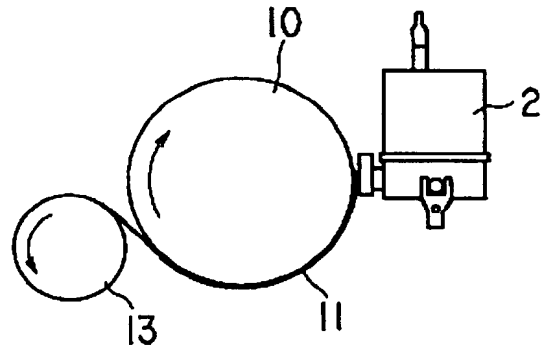
(74)代理人 弁理士 田村 弘明 (外1名)

(54)【発明の名称】 磁性を有する急冷凝固薄帯の巻取り方法

(57)【要約】

【課題】 表面に磁性を帯びた巻取りロールを回転させることにより薄帯を巻取る方法において、薄帯先端の捕捉の際に発生していたトラブルを解決し、成功率の高い巻取り方法を提供する。

【解決手段】 移動する冷却基板上に熔融金属を噴出して得た磁性を有する急冷凝固薄帯を、表面に磁性を帯びた巻取りロールを回転させることにより連続して巻取る方法において、冷却基板の移動速度 ( $V_1$ ) と巻取り開始時の巻取りロールの表面速度 ( $V_2$ ) の差 ( $V_1 - V_2$ ) を、 $0.01\text{ m/s}$  以上、 $2\text{ m/s}$  以下の範囲とすることを特徴とする磁性を有する急冷凝固薄帯の巻取り方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動する冷却基板上に熔融金属を噴出して得た磁性を有する急凝固薄帯を、表面に磁性を帯びた巻取りロールを回転させることにより連続して巻取する方法において、冷却基板の移動速度 ( $V_1$ ) と巻取り開始時の巻取りロールの表面速度 ( $V_2$ ) の差 ( $V_1 - V_2$ ) を、 $0.01\text{m/s}$  以上、 $2\text{m/s}$  以下の範囲とすることを特徴とする磁性を有する急凝固薄帯の巻取り方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、熔融金属、すなわち液体状態の金属および／または合金を移動する冷却基板上で急凝固して、薄い帯状の金属および合金を得る液体急冷法において、磁性を有する急凝固薄帯（以下、単に薄帯と称す）を製造直後にオンラインで巻取する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 薄帯を製造するための液体急冷法において、1つの高速回転している冷却ロール上に溶融合金を供給して薄帯を得る、いわゆる単ロール法や、1対の高速回転している冷却ロール間に熔融金属を供給して薄帯を得る双ロール法などがある。液体急冷法により薄帯を形成する方法において、例えば図3に示す単ロール急凝固薄帯製造装置を用いる場合を例にして説明する。図3において、熔融金属1は、その湯面レベルが一定になるようにタンディッシュ2に給湯されている。このタンディッシュ2の底壁には羽口レンガ3が設けられており、この羽口レンガ3に中間ノズル4及びノズルホルダー5が連結されている。これらの羽口レンガ3、中間ノズル4及びノズルホルダー5の内部に孔が設けられており、この孔が接続されて溶湯流路6、ノズルホルダー内の拡大内部空間12となる。また、ノズルホルダー5の先端にはノズルチップ7が取り付けられており、このノズルチップ7の内部に設けたノズルスリット8が溶湯流路6に連通している。なお、ノズルホルダー内の拡大内部空間12、ノズルチップ7さらにノズルスリット8については図4にて示すが、拡大内部空間とは広幅の薄帯を得るためにノズルホルダー5内で溶湯流路6を広げた部分をさし、ノズルスリット8とはノズルチップ7中に設けた溶湯噴出用の開口をさす。

【0003】 ストッパー9を上昇させることによってタンディッシュ2内の熔融金属1は、溶湯流路6を経由してノズルスリット8から冷却ロール10に向けて流出する。このとき、タンディッシュ2内の溶湯静圧に応じて、ノズルスリット8から冷却ロール10に向けて流出する熔融金属の流量が制御される。ノズルスリット8から流出した熔融金属は、冷却ロール10の表面で急速に冷却されて薄帯11となる。

【0004】 なお、図3において、装置全体に関する理

解を容易にするため、冷却ロール10はタンディッシュ2の縮尺率よりも大きな縮尺率で描かれている。

【0005】 この液体急冷法により得られる薄帯を、鑄造直後にオンラインで巻取する方法として、これまで種々の方法が提案されている。基本的には巻取りロールを用いて、巻取りロールの回転により巻取する方法が採用されているが、いずれの方法においても巻取り開始時、つまり薄帯先端を巻取りロールにどのようにして捕まえさせるかがポイントとなる。

- 10 【0006】 そのうち、薄帯が磁性を有する場合は、例えば永久磁石を表面に埋め込んだ巻取りロールを用いて、磁石の力でもって薄帯を捕まえ、その後は巻取りロールの回転によって巻取する方法が、特開昭57-94453号公報で提案されている。この巻取り方法は、回転冷却基板上で急凝固後、冷却基板表面に密着しつつ回転する磁性を有する薄帯を、鋭利な高圧ガスのジェットで剥離すると同時に、剥離後の前記薄帯の先端を前記回転冷却基板の移動速度以上の周速で回転する表面に磁性をおびた巻取りロールに磁気吸着して捕捉した後、連続的に巻取する方法である。そして、前記公報には、巻取りロールとして、希土類コバルト磁石といった永久磁石を表面に埋め込んだロールを使用できることが開示されている。

- 20 【0007】 本発明者らは、例えば単ロール法において磁性を有する薄帯を製造する際、得られる薄帯をオンラインで巻取するために、この方法により薄帯の巻取りを試みた。その結果、冷却ロール上に形成した薄帯を高圧ガスのジェットで剥離することはできたものの、巻取りロールで薄帯先端を捕捉する成功率はおよそ30%と低く、先端の捕捉に失敗した場合は、薄帯の製造を中止せざるを得なかった。このように、薄帯先端の捕捉に失敗することは薄帯製造歩留の低下を招くので好ましくない。

- 30 【0008】 よって、本発明者らは、表面に永久磁石を埋め込んだ巻取りロールを用いる従来の方式により、薄帯の先端を安定して捕捉する方法として特開平8-318352号公報に記載の方法を提案した。この方法は、巻取り開始時の巻取りロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度の90%以上、100%未満の範囲として薄帯先端を捕捉する方法である。

- 40 【0009】 一般的に、薄帯はある程度の張力をかけても破断しないが、先端部は概して板厚が薄かったり、欠陥が多かったりして多少の張力でも破断し易い。このため、巻取りロールの表面速度を冷却ロールの表面速度の100%以上とすると、一旦は薄帯先端を捕捉しても、張力が働くためにその直後に薄帯が破断し、その後の薄帯巻取りが不可能となる。一方、巻取りロールの表面速度を冷却ロールの表面速度の90%未満とすると、巻き弛みにより薄帯が破断したり、巻倒れが発生してその後の巻取りに破綻をきたす。つまり、本発明者らが提案し

たこの方法は、無理なく薄帯先端を捕捉し、その後の薄帯巻取りにも支障をきたすことなく薄帯巻取りを可能としたもので、この方法により安定したオンライン薄帯巻取りが可能となった。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この薄帯巻取り方法において、薄帯巻取り時の薄帯先端捕捉をより一層安定して行うためには、さらに改善が必要であることがわかった。つまり、各種製造条件での実験において、この方法により薄帯巻取りを行ったところ、冷却

ロールの表面速度を例えば30m/s以上とすると、薄帯先端の捕捉に支障をきたす場合があることが判明した。そして、薄帯巻取り開始時の冷却ロールの表面速度と巻取りロールの表面速度の関係を両者の比で限定するよりも、両者の差で限定する方が好ましいことを見出し、本発明を完成するに至った。

【0011】本発明は、薄帯製造時の冷却ロールの表面速度を広い範囲で変化させた場合でも、安定して薄帯先端を捕捉し、より一層高い成功率で薄帯を巻取することを可能とする方法を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、以下の構成を要旨とする。

(1) 移動する冷却基板上に熔融金属を噴出して得た磁性を有する急冷凝固薄帯を、表面に磁性を帯びた巻取りロールを回転させることにより連続して巻取する方法において、冷却基板の移動速度( $V_1$ )と巻取り開始時の巻取りロールの表面速度( $V_2$ )の差( $V_1 - V_2$ )を、0.01m/s以上、2m/s以下の範囲とすることを特徴とする磁性を有する急冷凝固薄帯の巻取り方法。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。本発明は図1に示すように、表面に磁性を帯びた巻取りロール13を冷却ロール10近傍に接近させ、巻取りロール13の表面速度( $V_2$ )を、冷却ロールの表面速度( $V_1$ )より0.01m/sから2m/sの範囲内でやや遅くし、前述のようにして形成された薄帯11の先端を捕捉し、その後巻取りを連続して行う方法である。

【0014】ここで、薄帯の先端を捕捉する際の冷却ロールの表面速度( $V_1$ )と巻取りロールの表面速度( $V_2$ )の差( $V_1 - V_2$ )を、0.01m/s以上、2m/s以下の範囲に限定した理由について説明する。はじめに、 $V_1 - V_2$ の限定範囲の下限值について述べる。 $V_1 - V_2$ の範囲に下限値を設けたのは、 $V_1 - V_2$ をゼロ以下、すなわち $V_2$ を $V_1$ と同じ若しくは $V_1$ より大きくすると、薄帯の先端を安定して捕捉できなくなることによる。本発明者らの実験結果によれば、 $V_1 - V_2$ をゼロ以下にすると、薄帯の先端捕捉の成功率はせい

ぜい30%と低かった。ビデオを用いての観察から、薄帯先端を瞬間的には捕捉できるものの、その直後に薄帯が破断し、結局は安定して薄帯を捕捉できないことがわかった。

【0015】この理由は、 $V_1 - V_2$ をゼロ以下とすると、薄帯の先端を捕捉した直後に薄帯に張力が働くためと考えられる。一般的に、薄帯はある程度の張力をかけても破断しないが、先端部は概して板厚が薄かったり、欠陥が多かったりして多少の張力でも破断し易い。このために、 $V_1 - V_2$ をゼロ以下とすると、一旦は薄帯先端を捕捉しても、張力が働くためにその直後に薄帯が破断し、その後の薄帯の巻取りが不可能となる。

【0016】但し、薄帯製造装置において実際に冷却ロール及び巻取りロールの表面速度を設定する際、 $V_1 - V_2$ の値をあまり小さな値で設定するのは操作上困難なことから、本発明においては $V_1 - V_2$ の限定範囲の下限値を便宜上0.01m/sとした。

【0017】一方、 $V_1 - V_2$ の限定範囲の上限値を2m/sとしたのは、 $V_1 - V_2$ を2m/s超とすると、薄帯先端を捕捉する成功率がおおよそ60%程度と低いこと、巻取り中に巻き倒れを起こし易くなるためである。 $V_1 - V_2$ が2m/s超となると、首尾良く先端を捕捉できてもその後の巻取りにおいて巻き弛みが生じ、巻き取る薄帯の量が多くなると巻き倒れが起き易くなる。巻き倒れが発生すると、薄帯が破断するなど製造を継続できなくなるので、操作上好ましくない。なお、 $V_1 - V_2$ の値と冷却ロールの表面速度には好ましい組合せが存在する。

【0018】薄帯先端捕捉時の巻取りロールと冷却ロール間の距離は、衝突しない程度で出来るだけ接近させた方がよく、例えば10mm程度以下が好ましい。但し、薄帯の先端を捕捉し、安定して巻取りが出来るようになったら、巻取りロールの巻き太りを考慮して巻取りロールを冷却ロールから遠ざける必要がある。巻取りロールを遠ざけるタイミング等については、実施例で詳しく述べる。

【0019】また、本発明の方法においては、薄帯の先端を捕捉し、薄帯の巻取りが安定したら、即座に $V_2$ を $V_1$ よりやや大きくし、薄帯に適度の張力を付与しながら巻き取ることが好ましい。これは、 $V_2$ が $V_1$ よりもやや小さいために巻き弛みが起こり、そのまま巻き取りを継続すると巻き倒れが発生し易いためである。もちろん、 $V_2$ を $V_1$ より大きくする前に多少の巻き弛みが起こるが、 $V_1 - V_2$ の値が2m/s以下であれば、この間の巻き弛みは問題とはならずその後巻き倒れが発生することはない。これに対して、 $V_1 - V_2$ の値を2m/s超とすると、 $V_2$ を $V_1$ より大きくするまでの間の巻き弛みが大きいため、前述した通り巻き倒れが発生し易くなる。なお、先にも述べたが、薄帯の先端部は破断しやすいが、それ以外のところではある程度薄帯に張力を付与できる。薄帯に付与する張力の好ましい値について

は、実施例にて述べる。

【0020】なお、本発明の方法を用いて薄帯を量産するためには、図2に示すように円盤15を用いてこれを回転させ、1個の巻取りリールで巻ききれなくなった場合を想定して、予備の巻取りリール13'を冷却ロール側に待機させる方式も採用できる。なお、このように薄帯が長いパスラインを形成する場合は、支持ローラ16を用いることにより安定して巻取りが可能となる。

【0021】本発明の方法で採用できる巻取りロールは、希土類コバルト磁石や、サマリウムコバルト等の永久磁石を表面に露呈するように埋め込んだロールである。そのほかに、電磁石方式により表面に磁性が発生するようにしたロールでもよい。

【0022】また、薄帯を形成させる方法として、先に単ロール法の場合を述べたが、本発明の方法は例えば1対の高速回転している冷却ロール間に熔融金属を供給して薄帯を得る双ロール法等のその他の液体急冷法にも適用できる。なお、薄帯を形成させる際の好ましい casting 条件などについては実施例にて詳しく述べる。

【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】図3に示す大気中単ロール薄帯製造装置を

用いて、 $\text{Fe}-\text{Si}_{6.5}-\text{B}_{12}-\text{C}_1$  (原子%) アモルファス合金の薄帯を製造し、巻取りロールにより巻取りを試みた。 casting に用いた熔融試料噴出用ノズルチップのノズル開口形状は、 $1.2\text{mm} \times 150\text{mm}$ とした。また、高周波誘導方式で溶解した上記合金の熔融試料の流量を  $50\text{kg}/\text{分}$ とし、銅からなる冷却ロールの周面に吹き付けて薄帯とした。

【0024】巻取りロールとして、表面に直径  $10\text{mm} \times$  高さ  $6\text{mm}$ の丸棒状のサマリウムコバルトを、隣接する磁極が異なるように埋め込んだ幅  $200\text{mm}$ 、直径  $600\text{mm}$ のアルミニウム製の巻取りロールを用いた。

【0025】実験水準は9水準とし、各実験水準とも冷却ロールの表面速度と巻取りロールの表面速度の少なくとも一方を変えることにより、両者の表面速度の差を変化させた。また、各種水準とも5チャージずつ実験を行った。なお、各実験水準の冷却ロールの表面速度

( $V_1$ )、巻取りロールの表面速度 ( $V_2$ ) 及び両者の差 ( $V_1 - V_2$ ) の値を表1に示す。その他の casting 及び巻取り条件は一定とした。

【0026】

【表1】

水準 No.		主 な 巻 取 り 条 件			巻 取 り 結 果	
		冷却ロー ルの表面 速度 V <sub>1</sub>	巻取開始 時の巻取 りロール 表面速度 V <sub>2</sub>	左記の両 者の表面 速度差 V <sub>1</sub> -V <sub>2</sub>	薄帯先端の 捕捉成功率	巻取りの状況
本 発 明 の 例	1	m/秒 40.0	m/秒 39.5	% 0.5	% 100	全チャージとも良好
	2	"	39.7	0.3	"	"
	3	"	39.9	0.1	"	"
	4	35.0	34.0	1.0	"	"
	5	"	34.5	0.5	"	"
	6	"	34.8	0.2	"	"
	7	30.0	28.0	2.0	80	1チャージを除き良好
	8	"	28.8	1.2	100	全チャージとも良好
	9	"	29.5	0.5	"	"
比 較 例	10	35.0	31.8	3.2	40	先端捕捉成功率低い
	11	"	32.5	2.5	60	"
	12	30.0	26.0	4.0	40	2チャージで巻倒れ
	13	"	27.0	3.0	"	先端捕捉成功率低い
	14	"	30.0	0	20	"
	15	"	31.0	-1.0	"	"

【0027】巻取り条件として、薄帯先端捕捉時の巻取りロールと冷却ロールの相対位置は図1に示すような位置関係とし、熔融試料を噴出するノズルチップと冷却ロールの中心を結んだ線から150°下の方向に回転させた位置に巻取りロールを配置した。また、巻取り開始から0.5秒後以降は2.5kgfの荷重がかかるように巻取りロールの回転数を調整した。さらに、巻取りロールと冷却ロールとの間隔は始め2mmとし、巻取り開始後2秒後に25mm/秒の速度で10秒間巻取りロールを後退させた。

【0028】結果を表1中No. 1~9に示すが、No. 7の水準を除き5チャージすべてのチャージで薄帯を全量巻き倒れなく良好に巻き取ることができた。No. 7の水準では5チャージのうち1チャージのみで、巻取り開始時（薄帯先端捕捉時）に薄帯が破断したため製造を途中で止めた。

【0029】この結果は、No. 7の水準の1チャージを除く他のチャージ全てで薄帯先端をうまく捕捉できたことを示しており、薄帯先端補足時の $V_1 - V_2$ の値を0.01m/s以上2m/s以下の範囲とすれば、かなり高い成功率で薄帯先端を捕捉できることがわかった。

【0030】なお、得られた薄帯は、いずれのチャージとも幅がおよそ150mm、板厚がおよそ30μmの良好な薄帯であった。

【0031】〔比較例〕実施例に用いた大気中単ロール薄帯製造装置を用いて、Fe-Si<sub>6.5</sub>-B<sub>12</sub>-C<sub>1</sub>（原子%）アモルファス合金の薄帯を製造し、巻取りロールにより巻取りを試みた。但し、冷却ロールの表面速度（ $V_1$ ）と巻取りロールの表面速度（ $V_2$ ）の差（ $V_1 - V_2$ ）は表1中No. 10から15に示すが、いずれの水準とも2m/s超もしくはゼロ以下であった。なお、その他の製造及び巻取り条件は実施例1の場合に同様とし、各水準とも5チャージずつ実験した。

【0032】結果を表1中No. 10~15に示すが、いずれの水準とも薄帯先端の捕捉成功率は60%以下と低かった。No. 12では2チャージで薄帯先端の捕捉に成功したものの、途中で巻き倒れが発生し、その時点

で薄帯が破断したため製造を途中で止めざるを得なかった。

【0033】この結果から、 $V_1 - V_2$ の値を2m/s超もしくはゼロ以下とすると、薄帯先端の捕捉成功率が低くなったり、巻き倒れが発生して生産歩留の低下を招くことがわかった。

#### 【0034】

【発明の効果】アモルファス合金などの急凝固薄帯を工業的に生産するにはオンラインで巻取ることが前提となるが、本発明の方法により、薄帯の巻取り開始時に薄帯先端をほとんど問題なく捕捉できるようになったことから、薄帯を高歩留で生産することが可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を説明するための模式図である。

【図2】本発明の方法により薄帯を巻取る様子を示す模式図である。

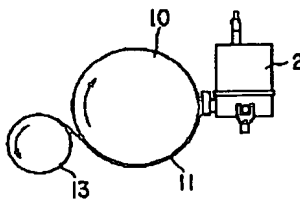
【図3】液体急冷法の一例として、単ロール法を説明するための模式図である。

【図4】ノズルホルダー周辺部を拡大した説明図である。

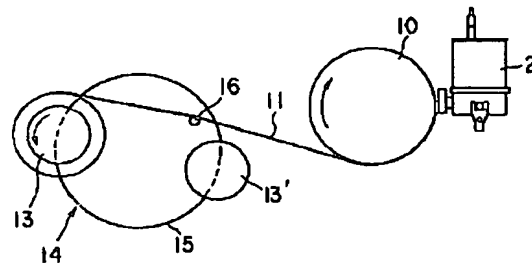
#### 【符号の説明】

- 1：熔融金属
- 2：タンディッシュ
- 3：羽口レンガ
- 4：中間ノズル
- 5：ノズルホルダー
- 6：溶湯流路
- 7：ノズルチップ
- 8：ノズルスリット
- 9：ストッパー
- 10：冷却ロール
- 11：薄帯拡大内部空間
- 12：巻取りロール
- 13：予備の巻取りロール
- 14：巻取り装置
- 15：円盤
- 16：支持ローラ

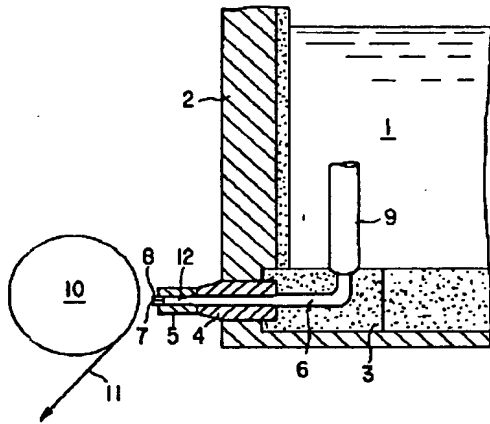
【図1】



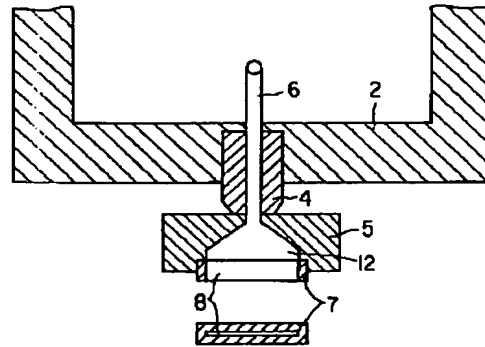
【図2】



【図 3】



【図 4】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-229604

(43)Date of publication of application : 19.08.1992

---

(51)Int.Cl.

H01F 1/16

G22C 38/00

---

(21)Application number : 03-104944

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD  
MASUMOTO TAKESHI

(22)Date of filing : 06.03.1991

(72)Inventor : MAKINO TERUHIRO  
SUZUKI SEISAKU  
MASUMOTO TAKESHI  
INOUE AKIHISA

---

(30)Priority

Priority number : 02237755    Priority date : 07.09.1990    Priority country : JP

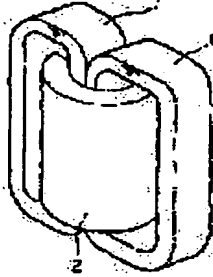
---

(54) LOW-FREQUENCY TRANSFORMER



(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a low-frequency transformer which displays a high saturation flux density, whose iron loss is small in a low frequency region and whose heat-resistant property is excellent.



CONSTITUTION: The title low-frequency transformer has a feature that it is composed of a conductor and of an Fe-based magnetically soft alloy which has compositions expressed by the following formulas and whose saturation flux density is high:  $(\text{Fe}_{1-a}\text{Co}_a)_b\text{B}_x\text{Ti}_y\text{T}'_z$  (1);  $\text{Fe}_b\text{B}_x\text{Ti}_y\text{T}'_z$  (2);  $(\text{Fe}_{1-a}\text{Q}_a)_b\text{B}_x\text{Ti}_y$  (3); and  $\text{Fe}_b\text{B}_x\text{Ti}_y$  (4) [where T represents Zr, Hf or the like, T' represents Cu or the like and Q represents Co, Ni or the like].

---

特開平4-229604

(43) 公開日 平成4年(1992)8月19日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/16		Z 7371-5E		
C 2 2 C 38/00	3 0 3 S	7325-4K		

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁)

(21) 出願番号 特願平3-104944

(22) 出願日 平成3年(1991)3月6日

(31) 優先権主張番号 特願平2-237755

(32) 優先日 平2(1990)9月7日

(33) 優先権主張国 日本(JP)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(71) 出願人 391008456

増本 健

宮城県仙台市青葉区上杉3丁目8番22号

(72) 発明者 牧野 彰宏

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 鈴木 清策

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低周波トランス

(57) 【要約】

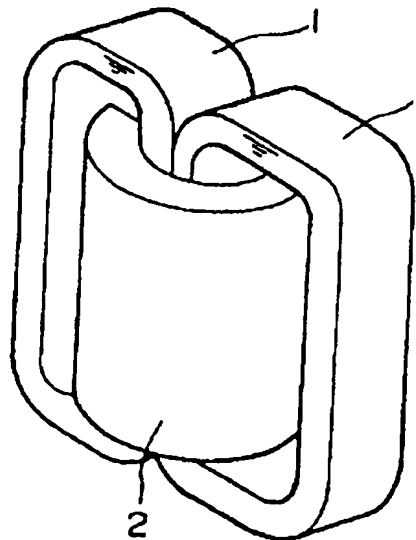
【目的】 高飽和磁束密度を示し、低周波領域で鉄損が少なく、耐熱性にも優れた低周波トランスを提供する

【構成】 次式で示される組成からなる高飽和磁束密度 Fe系軟磁性合金と導線とからなる事の特徴とする低周波トランス。  $(Fe_{1-a}Co_a)_bB_xT_yT'Z$

(1)

 $Fe_bB_xT_yT'Z$  (2) $(Fe_{1-a}Q_a)_bB_xT_y$  (3) $Fe_bB_xT_y$  (4)

但し T は、Zr、Hf 等、T' は Cu 等、Q は Co、Ni 等である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなることを特徴とする低周波トランス。 $(\text{Fe}_{1-a}\text{Co}_a)_b\text{BxTyT}'z$ 但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 4.5$ 原子%以下である。

【請求項2】 次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなることを特徴とする低周波トランス。 $\text{Fe}_b\text{BxTyT}'z$ 但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 4.5$ 原子%以下である。

【請求項3】 次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなることを特徴とする低周波トランス。 $(\text{Fe}_{1-a}\text{Q}_a)_b\text{BxTy}$ 但しQはCo, Niのいずれか、または、両方であり、TはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【請求項4】 次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなることを特徴とする低周波トランス。 $\text{Fe}_b\text{BxTy}$ 但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、低周波領域で使用されるインバータトランスや商用周波数で使用される配電用トランスなどとして好適な低周波トランスに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、低周波領域で使用されるインバータトランスや商用周波数で使用される配電用トランスなどにおいては、高飽和磁束密度で比較的低鉄損失のケイ素鋼板が主に使用されている。この種のケイ素鋼板においては、特公昭62-37688号公報や特公昭62-45285号公報に見られるように、圧延や焼鈍による再結晶化などの技法によって磁束密度の向上と鉄損の低減が図られている。

【0003】 また、最近においては、超急冷法の進展により、低鉄損の高ケイ素Si箔帯や鉄基アモルファス合金薄帯が作成されるようになり、低周波トランス材として注目されている。これらの中で特に、鉄基のアモルファス合金は、商用周波数における鉄損がケイ素鋼板の数の一と小さいために、省エネルギー材として注目され、一部で実用に供されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら前記ケイ素鋼板は、鉄損が十分低くはないために、省エネルギー、トランスの発熱等の点で十分に満足できるものではない。また、従来のケイ素鋼板は、鉄基アモルファス合金よりも飽和磁束密度が低い問題がある。

【0005】 一方、鉄基アモルファス合金は、鉄損は少ないが、磁歪が著しく大きく、応力に敏感であるために、機械的振動や合金自体の自重による変形などにより磁気特性が劣化しやすい問題がある。

【0006】 このような背景の基に本発明者らは、先に、高飽和磁束密度のFe系軟磁性合金を特願平2-108308号明細書において平成2年4月24日付けで特許出願している。

【0007】 この特許出願に係る合金の他の1つは、次式で示される組成からなることを特徴とする高飽和磁束密度合金であった。 $(\text{Fe}_{1-a}\text{Co}_a)_b\text{BxTyT}'z$

【0008】 但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 0.2 \sim 4.5$ 原子%である。

【0009】 また、前記特許出願に係る合金の他の1つは、次式で示される組成からなることを特徴とする高飽和磁束密度合金であった。 $\text{Fe}_b\text{BxTyT}'z$

【0010】 但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 0.2 \sim 4.5$ 原子%である。

【0011】 更に本発明者らは、前記合金の発展型の合金として、先に、以下に示す組成の合金について特許出願を行っている。

【0012】 この特許出願に係る合金の1つは、次式で示される組成からなることを特徴とする高飽和磁束密度合金であった。 $(\text{Fe}_{1-a}\text{Q}_a)_b\text{BxTy}$

【0013】 但しQはCo, Niのいずれか、または、両方であり、TはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且

3

つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、

$a \leq 0.05$ 、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【0014】また、前記特許出願に係る合金の他の1つは、次式で示される組成からなることを特徴とする高飽和磁束密度合金であった。 $Fe_b B_x T_y$

【0015】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【0016】以上のように本発明者らは、前記各組成の種々のFe系軟磁性合金を開発したわけであるが、前記組成の合金について研究を重ねた結果、これをトランス用として用いても良好な特性がえられることが判明したので本願発明に到達した。

【0017】本発明は前記課題を解決するためになされたもので、高飽和磁束密度を示し、低周波領域で鉄損が少なく、耐熱性にもすぐれた低周波トランスを提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載した発明は前記課題を解決するために、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなるものである。 $(Fe_{1-a} Co_a)_b B_x T_y T'z$

【0019】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 4.5$ 原子%以下である。

【0020】請求項2に記載した発明は前記課題を解決するために、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなるものである。 $Fe_b B_x T_y T'z$

【0021】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 4.5$ 原子%以下である。

【0022】請求項3に記載した発明は前記課題を解決するために、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなるものである。 $(Fe_{1-a} Q_a)_b B_x T_y$

【0023】但しQはCo, Niのいずれか、または、両方であり、TはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからな

4

る群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【0024】請求項4に記載した発明は前記課題を解決するために、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金と導線とからなるものである。 $Fe_b B_x T_y$

【0025】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【0026】

【作用】特定の組成の軟磁性合金を用いてトランスを形成するので、高飽和磁束密度と高透磁率を兼ね備え、熱安定性を併せ持つ低周波トランスを得ることができる。

【0027】

【実施例】図1は本発明のトランスの一実施例を示すもので、この例のトランスTは、左右一対の磁心1と、磁心1, 1に巻回されてなる巻線2を主体として構成されている。前記磁心1は図2に示すように、薄帯を巻回して構成されている。この薄帯は、 $Fe_{90} Zr_7 B_2 Cu_1$ なる組成などからなる軟磁性合金薄帯と、この軟磁性合金薄帯の一面に形成されたMgOなどの絶縁層とからなるものである。

【0028】なお、前記薄帯を構成する軟磁性合金の1つとして、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金を使用することができる。 $(Fe_{1-a} Co_a)_b B_x T_y T'z$

【0029】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 4.5$ 原子%以下である。

【0030】また、薄帯を構成する軟磁性合金の1つとして、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金を使用することができる。 $Fe_b B_x T_y T'z$

【0031】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、T'はCu, Ag, Au, Ni, Pd, Ptからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、 $b \leq 92$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 16$ 原子%、 $y = 4 \sim 10$ 原子%、 $z = 4.5$ 原子%以下である。

【0032】更に前記薄帯を構成する軟磁性合金の1つ

として、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金を使用することができる。(Fe<sub>1-a</sub>Q<sub>a</sub>)bB<sub>x</sub>T<sub>y</sub>

【0033】但しQはCo, Niのいずれか、または、両方であり、TはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $a \leq 0.05$ 、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【0034】更にまた、前記薄帯を構成する軟磁性合金の1つとして、次式で示される組成からなる高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金を使用することができる。Fe<sub>b</sub>B<sub>x</sub>T<sub>y</sub>

【0035】但しTはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wからなる群から選ばれた1種又は2種以上の元素であり、且つ、Zr, Hfのいずれか、又は両方を含み、 $b \leq 93$ 原子%、 $x = 0.5 \sim 8$ 原子%、 $y = 4 \sim 9$ 原子%である。

【0036】本発明で用いる軟磁性合金は、前記組成の非晶質合金あるいは非晶質相を含む結晶質合金を溶湯から急冷することにより得る工程と、これを加熱し微細な結晶粒を形成する熱処理工程によって通常得ることができる。

【0037】本発明のトランスに用いる軟磁性合金において、非晶質相を得やすくするためには、非晶質形成能の高いZr, Hfのいずれかを含む必要がある。またZr, Hfはその一部を他の4A~6A族元素のうち、Ti, V, Nb, Ta, Mo, Wと置換することが出来る。ここでCrを含めなかったのは、Crが他の元素に比べ非晶質形成能が劣っているからであるが、Zr, Hfを適量添加したならば、更にCrを添加しても良いのは勿論である。

【0038】Bには本発明に用いる合金の非晶質形成能を高める効果、および前記熱処理工程において磁気特性に悪影響を及ぼす化合物相の生成を抑制する効果があると考えられ、このためB添加は必須である。Bと同様にAl, Si, C, P等も非晶質形成元素として一般に用いられており、これらの元素を添加した場合も本発明と同一とみなすことができる。

【0039】T'成分であるCu, Niおよびこれらと同族元素のうちから選ばれた少なくとも1種又は2種以上の元素を、4.5原子%以下、より好ましくは0.2原子%~4.5原子%配合すると、前記熱処理工程により優れた軟磁気特性を得ることができる。又これらの元素の中でもCuは特に好適である。

【0040】なお、前記T'成分の配合量zが0.2原子%以下の場合、熱処理後の冷却速度を速めることが望ましい。図3は、Fe<sub>85</sub>Cu<sub>1</sub>B<sub>3</sub>Zr<sub>1</sub>なる組成の軟磁性合金の試料を650℃に1時間加熱した後、種々の冷却速度で冷却した後の透磁率を測定した結果を示す、冷

却速度と透磁率の関係のグラフである。このグラフから、冷却速度を速めると透磁率が向上することが分かる。前記T'成分が0.2原子%以下になると、透磁率が低下する傾向があるが、前記のように冷却速度を速めることによって、透磁率が低下する傾向を打ち消すことができる。

【0041】またT'成分である、Cu, Ni等の添加により、軟磁気特性が著しく改善される機構については明らかではないが、結晶化温度を示差熱分析法により測定したところ、Cu, Ni等を添加した合金の結晶化温度は、添加しない合金に比べてやや低い温度であると認められた。これは前記元素の添加により非晶質相が不均一となり、その結果、非晶質相の安定性が低下したことに起因すると考えられる。また不均一な非晶質相が結晶化する場合、部分的に結晶化しやすい領域が多数でき不均一核生成するため、得られる組織が微細結晶粒組織となると考えられる。

【0042】また特にFeに対する固溶度が著しく低い元素であるCuの場合、相分離傾向があるため、加熱によりミクロな組成ゆらぎが生じ、非晶質相が不均一となる傾向がより顕著になると考えられ、組織の微細化に寄与するものと考えられる。

【0043】以上の観点からCu及びその同族元素、NiおよびPd, Pt以外の元素でも結晶化温度を低下させる元素には同様の効果が期待できる。またCuのようにFeに対する固溶限が小さい元素にも同様の効果が期待できる。

【0044】以上、本発明の高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金に含まれる合金元素の限定理由を説明したが、これらの元素以外でも耐食性を改善するために、Cr, Ruその他の白金族元素を添加することも可能であり、また、必要に応じて、Y, 希土類元素, Zn, Cd, Ga, In, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, Te, Li, Be, Mg, Ca, Sr, Ba等の元素を添加することで磁歪を調整することもできる。その他、H, N, O, S等の不可避的不純物については所望の特性が劣化しない程度に含有していても本発明の高飽和磁束密度Fe系軟磁性合金の組成と同一とみなすことができるのは勿論である。

【0045】本発明に用いる合金の1つにおけるFe, Co量のbは、92原子%以下である。これは、bが92原子%を越えると高い透磁率が得られないためであるが、飽和磁束密度10kG以上を得るためには、bが75原子%以上であることがより好ましい。なお、元素T'zを含有しない合金系においては、Fe, Co, Ni量のbは、高い飽和磁束密度を得るために93原子%以下とする。

【0046】前記合金の飽和磁束密度は、通常10KG以上のものが多いが、低周波トランス用としては、トランスを小型化する上で特に13KG以上あるものが好ましい。

【0047】前記合金は、前記組成の非晶質合金あるい

は非晶質相を含む結晶質合金を溶湯から急冷することにより得る工程と、この工程で得られたものを加熱し微細な結晶粒を析出させる工程によって通常得ることができる。

【0048】ここで前記組成の合金の薄帯を得る方法の1つを片ロール液体急冷法に基づいて説明する。

【0049】まず、1つの回転している鋼製ロール上に置かれたるつぼのノズルから、溶融金属をアルゴンガスなどの圧力により前記ロール上に噴出させ、急冷して薄帯を得る。この方法によって幅約数十mm、厚さ20~40μm程度の薄帯を得ることができる。薄帯が得られたならば、この薄帯上に電気泳動法、溶射法、スパッタリング法、蒸着法などの常法によってMgOなどからなる絶縁層を形成し、この絶縁層を内側にして薄帯を巻回することで図2に示す磁心1を得ることができる。

【0050】次に磁心1を500~700℃の温度に1時間保持し、水焼き入れなどの手法によって急冷し、続いて焼鈍することで、磁心1を構成するFe系軟磁性合金を結晶化する。このように結晶化させることにより、磁気特性と耐熱性が向上し、目的の磁心1を得ることができる。

【0051】以上のように得られた低周波トランスは、高い飽和磁束密度を示し、高い透磁率を示すFe系軟磁性合金からなるので、優れた磁気特性を発揮するとともに、合金自体、500℃以上の温度で熱処理されて製造されるので、当然、耐熱性にも優れている。

【0052】従って、商用周波数で使用する配電用トランスや低い周波数で使用するインバータトランス等に好適なトランスが得られる。

【0053】（製造例1）Fe<sub>90</sub>Zr<sub>7</sub>B<sub>3</sub>Cu<sub>1</sub>な 30

る組成を有し、厚さ20μm、幅50mmの軟磁性薄帯に、MgOからなる厚さ1μmの絶縁層を被覆して薄帯を作成し、この薄帯を巻き回して高さ200mm、幅100mmのリング状の磁心を作成した。この磁心をN<sub>2</sub>ガス雰囲気中で600℃に1時間加熱した後に100℃/分の冷却速度で室温まで冷却した。

【0054】この熱処理後の磁心を2つ用い、これらの間に図1に示すように巻線することで図1に示す構造のトランスを作成した。このトランスの飽和磁束密度B<sub>s</sub>は、16.7kG、角形比B<sub>r</sub>/B<sub>s</sub>は80%、保磁力H<sub>c</sub>は30mOe、飽和磁歪定数は5×10<sup>-6</sup>であり、従来の配電トランス用のFe基アモルファス合金が示す値の1×10<sup>-3</sup>以下の優れた値であった。また、50Hz、B<sub>m</sub>が1.2kGにおける鉄損が0.10W/kgであり、優れた値を発揮することが判明した。

【0055】（製造例2）表1に示す組成の合金溶湯を単ロール法により急冷し、幅25mm、厚さ18μmの合金薄帯を作製した。

【0056】次にこの合金薄帯を外径40mm、内径35mmに巻き回し、トロイダルコアとし、製造例1と同等の熱処理を行った。熱処理後の合金は、100~200μm以下の粒径の超微細な結晶粒が組織の大部分を占めていた。

【0057】次にこの磁心をコアケースに入れ、1次側と2次側それぞれ250ターンの巻線を行い、50Hz、1.2kGにおける鉄損を測定した。得られた結果を表1に示す。

【0058】

【表1】

No	合金組成(原子%)	鉄損	Bs
		(W/kg)	(kG)
1	$Fe_{90}Zr_7B_2Cu_1$	0.10	16.7
2	$Fe_{89}Zr_7B_3Cu_1$	0.10	16.2
3	$Fe_{86}Hf_7B_6Cu_1$	0.10	14.7
4	$Fe_{86}Zr_6Hf_3B_5Cu_1$	0.11	14.8
5	$Fe_{84}Zr_4Nb_3B_8Cu_1$	0.18	14.6
6	$Fe_{86}Zr_4Ti_3B_6Cu_1$	0.17	14.7
7	$Fe_{86}Zr_4Mo_3B_6Cu_1$	0.18	15.3
8	$Fe_{86}Zr_4Nb_3B_8Au_1$	0.16	15.2
9	$Fe_{91}Zr_7B_2$	0.15	17.0
10	$Fe_{91}Hf_7B_2$	0.11	16.0
11	$Fe_{90}Zr_5Nb_2B_3$	0.20	16.4
12	$Fe_{90}Zr_5Ti_1B_3$	0.21	16.5
13	$Fe_{90}Zr_5V_1B_3$	0.20	16.5
14	$Fe_{90}Zr_5W_1B_3$	0.22	16.5
15	$Fe_{78}Si_2B_{18}$ (78A77A)	0.12	15.6
16	ケイ素鋼	0.5	20.0

【0059】表1から明らかなように、本考案に係るトランスは、従来のケイ素鋼によるトランスよりも鉄損が低く、柱状トランスや低周波インバータトランス等に適用していることが明らかになった。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、特別の組成の軟磁性合金からなるために、商用周波数で使用する配電用トランスや低周波数領域で使用するインバータトランス等に好適な、飽和磁束密度が高く、低鉄

損失であって、しかも耐熱性に優れたトランスを提供することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す斜視図

【図2】本発明の一実施例を示す磁心の斜視図

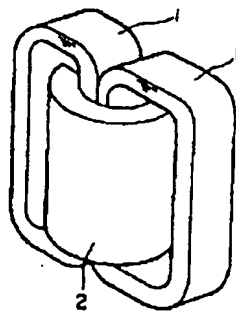
【図3】冷却速度と透磁率の関係を示すグラフ

【符号の説明】

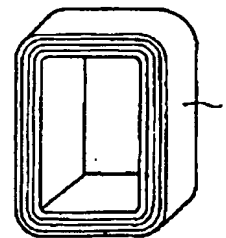
1 磁心

2 巻線

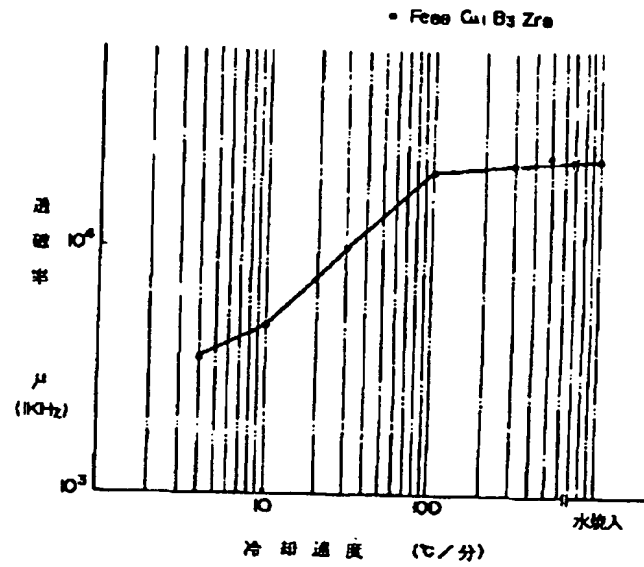
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 増本 健

宮城県仙台市青葉区上杉3丁目8-22

(72)発明者 井上 明久

宮城県仙台市青葉区川内 無番地川内住宅  
11-806